EXERCICES ** تـــمــــاريـــن

Exercice 2.1

Considérons une boule en métal de rayon R ayant une charge globale Q.

1/ A l'équilibre, comment se répartissent les charges dans le conducteur ?

2/ En déduire l'expression de la densité surfacique de charge $\sigma\left(en\ Cm^{-2}\right)$.

3/ Que vaut le champ électrostatique dans le conducteur ?

4/ En appliquant le théorème de Coulomb, vérifier qu'à la surface du conducteur : $E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R^2}$

5/ En utilisant le théorème de Gauss, montrer que l'intensité du champ électrostatique créé à la distance $(r\geq R)r$ du centre du conducteur est : $E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$.

التمرين 1.2

نعتبر كرة معدنية نصف قطرها R و شحنتها الكلية Q.

1/ في حالة التوازن، كيف تتوزع الشحنات في الناقل؟

2/ إستنتج عبارة الكثافة السطحية للشحنة σ بـــ $\left(Cm^{-2}\right)$.

3/ كم يساوي الحقل الكهربائي داخل الناقل؟

4/ بتطبيق نظرية كولومب، تحقق أن على سطح الناقل:

$$E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R^2}$$

5/ باستعمال نظرية غوص، بين أن شدة الحقل الكهربائي المتولد على البعد $(r\geq R)r$ من مركز الناقل هي: $E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$.

Exercice 2.2

Une sphère conductrice ayant un rayon $R=8cm$ porte initialement une charge de $80\mu C$. Par la suite, une charge ponctuelle de $-20\mu C$ est introduite au centre d'une cavité sphérique ayant un rayon $r=2,5cm$ à l'intérieur de la sphère.

1/ Quelle est la grandeur du champ électrique $\vec{E}$ près de la surface extérieure de la sphère conductrice ?

2/ Quelle est la grandeur du champ électrique $\vec{E}$ près de la surface intérieure de la sphère conductrice (dans la cavité) ?

3/ Quelle est la charge totale Q_i sur la surface intérieure de la cavité de la sphère conductrice ?

4/ Quelle est la charge totale sur la surface extérieure de la sphère conductrice ?

التمرين 2.2

كرة ناقلة ذات نصف قطر $R=8cm$ تحمل في البداية شحنة $80\mu C$. ندخل في ما بعد، شحنة نقطية $-20\mu C$ في مركز تجويف كروي ذي نصف قطر $r=2,5cm$ بداخل الكرة.

1/ ما هي شدة الحقل الكهربائي $\vec{E}$ الناتج بقرب السطح الخارجي للكرة الناقلة؟

2/ ما هي شدة الحقل الكهربائي $\vec{E}'$ الناتج بقرب السطح الداخلي للكرة الناقلة (داخل التجويف)؟

3/ ما هي الشحنة الكلية Q_i على السطح الداخلي لتجويف الكرة الناقلة؟

4/ ما هي الشحنة الكلية Q_e على السطح الخارجي للكرة الناقلة؟

Exercice 2.3

Un cylindre creux et conducteur, de rayon $3cm$, porte initialement une densité linéaire de charge de $9\mu Cm^{-1}$. Par la suite, une tige mince ayant une densité linéaire de charge de $5\mu Cm^{-1}$ est entièrement glissée au centre du cylindre creux. La tige et le cylindre ont, tous les deux, une longueur infinie.

1/ Quelle est la grandeur du champ électrique près de la surface extérieure du cylindre avant que la tige chargée soit glissée à l'intérieur ?

2/ Quelle est la densité linéaire de charge portée par la surface extérieure du cylindre creux après que la tige chargée soit glissée à l'intérieur ?

التمرين 3.2

أسطوانة ناقلة و مجوفة، نصف قطرها $3cm$ ، تحمل في البداية كثافة خطية للشحنة مقدارها $9\mu Cm^{-1}$. في ما بعد، تزلق تماما إلى مركز الأسطوانة المجوفة، ساق رقيقة ذات كثافة خطية للشحنة مقدارها $5\mu Cm^{-1}$. كل من الأسطوانة و الساق لهما طول لا متناهي.

1/ ما هي شدة الحقل الكهربائي بقرب السطح الخارجي للأسطوانة قبل زلق الساق المشحونة داخل الأسطوانة؟

2/ ما هي الكثافة الخطية التي يحملها السطح الخارجي للأسطوانة المجوفة بعد زلق الساق المشحونة بداخلها؟

3/ Quelle est la grandeur du champ électrique près de la surface extérieure du cylindre après que la tige chargée soit glissée à l'intérieur ? 4/ Quelle est la grandeur du champ électrique à $2cm$ du centre du cylindre après que la tige chargée soit glissée à l'intérieur ?	3/ ما هي شدة الحقل الكهربائي بقرب السطح الخارجي للأسطوانة بعد زلق الساق المشحونة بداخلها؟ 4/ ما هي شدة الحقل الكهربائي على بعد $2cm$ من مركز الأسطوانة بعد زلق الساق المشحونة بداخلها؟

Exercice 2.4 Une sphère de rayon R porte une charge Q. 1/ Calculer son énergie potentielle en fonction de la pression électrostatique. 2/ On décharge cette sphère en la reliant à la terre par l'intermédiaire d'un fil métallique. Que devient l'énergie emmagasinée précédemment ? 3/ On suppose que cette sphère a été chargée à l'aide d'une source de force électromotrice E constante. Quelle est l'énergie fournie par la source à la sphère ? La trouve-t-on sous forme d'énergie potentielle ? Sinon, où a disparu la différence ? 4/ soit σ la densité surfacique de charge de la sphère : a) calculer sa capacité en fonction de π, ε_0 et σ, b) trouver une relation littérale entre l'énergie interne et la pression électrostatique.	**التمرين 4.2** كرة نصف قطرها R و تحمل شحنة Q: 1/ أحسب طاقتها الكامنة بدلالة الضغط الكهروساكن. 2/ نفرغ هذه الكرة بتوصيلها بالأرض بواسطة سلك معدني. كيف تصبح الطاقة المختزنة سابقا؟ 3/ نفترض أنه تم شحن هذه الكرة بواسطة منبع قوته المحركة الكهربائية E ثابتة. ما هي الطاقة التي قدمها المنبع للكرة؟ هل نجدها كلية على شكل طاقة كامنة؟ إذا كان الجواب لا، أين اختفى الفرق؟ 4/ إذا كانت σ هي الكثافة السطحية لشحنة الكرة: أ) إحسب سعة الكرة بدلالة π، ε_0 و σ، ب) أوجد علاقة حرفية بين الطاقة الداخلية و الضغط الكهروساكن.

Exercice 2.5 Une sphère métallique de rayon $R_1 = 1m$ porte une charge électrique totale $Q = 10^{-9}C$. On la relie par un fil conducteur à une sphère initialement non chargée de rayon $R_2 = 0,30m$ (placée à grande distance de la première sphère) de telle sorte q'elles se mettent au même potentiel. 1/ Quelle sera la charge à l'équilibre sur chacune des sphères après que la connexion sera faite ? 2/ Quelle est l'énergie de la sphère chargée avant la connexion ? 3/ Quelle est l'énergie du système après que les sphères soient reliées entre elles ? S'il y a une perte, expliquer où a été dissipée. 4/ Montrer que la charge est distribuée sur les deux sphères reliées entre elles de telle sorte que $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{R_2}{R_1}$ où σ est la densité superficielle de charge. 5/ Montrer en conséquence que $\frac{E_{1,surface}}{E_{2,surface}} = \frac{R_2}{R_1}$. On négligera dans le problème l'effet du fil de jonction.	**التمرين 5.2** كرة معدنية نصف قطرها $R_1 = 1m$ و تحمل شحنة كهربائية إجمالية $Q = 10^{-9}C$. نوصّلها بواسطة سلك توصيل إلى كرة نصف قطرها $R_2 = 0,30m$ و غير مشحونة في البداية(موضوعة على مسافة كبيرة من الكرة الأولى) بحيث تخضعان لنفس الكمون. 1/ في التوازن ما هي قيمة الشحنة على كل كرة بعد توصيلهما مع بعض؟ 2/ ما هي طاقة الكرة المشحونة قبل التوصيل؟ 3/ ما هي طاقة الجملة بعد ربط الكرتين معا؟ إذا كان هناك ضياع لطاقة، إشرح أين ضاعت. 4/ بيّن أن الشحنة موزعة على الكرتين المربوطتين معا بحيث $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{R_2}{R_1}$، حيث σ هي الكثافة السطحية للشحنة. 5/ بين أنه بالتالي $\frac{E_{1,surface}}{E_{2,surface}} = \frac{R_2}{R_1}$. نهمل في المسألة أثر سلك التوصيل.

Exercice 2.6

Une sphère conductrice S_1 de centre O et de rayon $R_1 = 10cm$ est placée dans une cavité sphérique creuse conductrice S_2, de rayon $R_2 = 20cm$ et de mince épaisseur. L'ensemble baigne dans le vide. Les deux conducteurs sont initialement en équilibre. Quelle est la charge et comment se répartit-elle dans les deux cas :

1/ La sphère est portée au potentiel $V_1 = 10^4 V$ tout en gardant la cavité creuse S_2 isolée comme indiqué sur la figure (a).

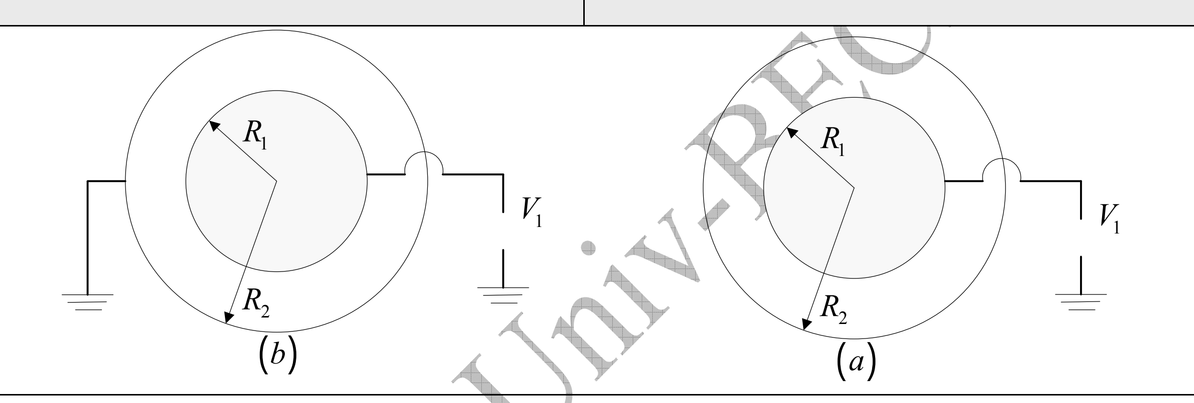
2/ La sphère est maintenue au potentiel V_1 tout en reliant la cavité creuse S_2 à la terre comme indiqué sur la figure (b).

التمرين 6.2

توضع كرة ناقلة S_1 مركزها O و نصف قطرها $R_1 = 10cm$ في مركز تجويف كروي ناقل S_2، نصف قطره $R_2 = 20cm$ و رقيق السمك. الجملة تسبح في الفراغ. الكرتان متعادلتان في البداية. ما هي قيمة الشحنات و طبيعة توزيعها في الحالتين:

1/ تحمّل الكرة S_1 تحت الكمون $V_1 = 10^4 V$ مع بقاء التجويف S_2 معزولا كما هو مبين على الشكل (a).

2/ نبقي الكرة تحت الكمون V_1 مع توصيل التجويف S_2 بالأرض كما هو مبين على الشكل (b).



Exercice 2.7

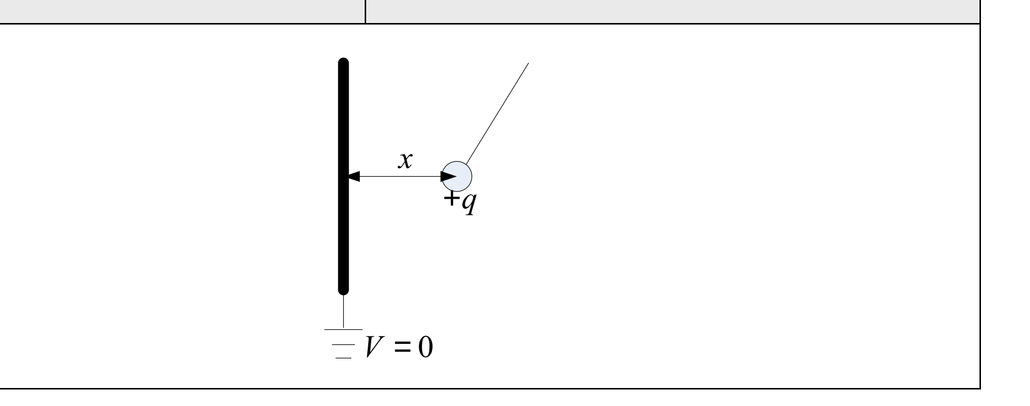
Un plateau circulaire vertical métallique de très grande dimension est relié à la terre (potentiel $V = 0$). On place à une distance x une petite sphère métallique de rayon et de charge q suspendue à un fil. La sphère prend une position d'équilibre x_e.

Trouver la force qui s'exerce sur la petite sphère assimilée à une charge ponctuelle en utilisant la notion d'image électrique..

التمرين 7.2

طبق دائري شاقولي معدني ذي أبعاد كبيرة جدا و موصول بالأرض (الكمون معدوم $V = 0$). نضع على البعد x منه كرية معدنية نصف قطرها و شحنتها q معلقة بواسطة خيط. تأخذ الكرية موضع توازن x_e .

أوجد القوة المطبقة على الكرية المشبهة بشحنة نقطية باستعمال مفهوم الصورة الكهربائية.



Exercice 2.8

Une charge q est placée à une distance a d'un plan conducteur infini maintenu au potentiel zéro. On peut montrer que le champ résultant à la surface est le même que si une charge négative $-q$ placée à une distance $-a$ remplaçait le plan. (Figure ci-dessous).

Cette seconde charge est appelée ***image*** de la première.

1/ Montrer que le potentiel est nul en tout point du plan et que le champ est normal au plan et calculer son intensité..

2/ Montrer que la densité de charge sur le plan est $qa/2\pi r^3$.

3/ Calculer le flux électrique à travers le plan en utilisant la notion de l'angle solide, et vérifier que la charge totale du plan est $-q$.

التمرين8.2

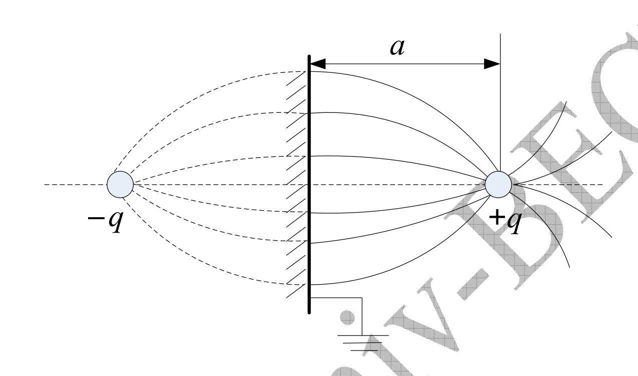
توضع شحنة q على بعد a من مستوى ناقل لا متناهي مثبت في كمون معدوم. يمكن البرهان على أن الحقل الناتج على السطح هو نفسه لو توضع شحنة سالبة $-q$ على البعد $-a$ مكان المستوى. (الشكل أسفله).

الشحنة الثانية هذه تسمى ***صورة*** الأولى.

1/ بيّن أن الكمون معدوم في كل نقطة من المستوى و أن الحقل عمودي على المستوى و أحسب شدته.

2/ بيّن أن كثافة الشحنة على المستوى هي $qa/2\pi r^3$.

3/ أحسب التدفق الكهربائي عبر المستوى باستعمال مفهوم الزاوية الصلبة و تأكد أن الشحنة الكلية للمستوى هي $-q$.



Exercice 2.9

Trouver le flux du champ électrique , la charge intérieure totale et la densité de charge pour un cube de côté a (figure ci-dessous) placé dans une région où le champ électrique est de la forme :

1/ $\vec{E} = Cx\vec{u}_x$

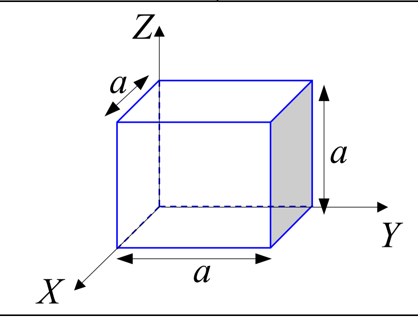
2/ $\vec{E} = C\left(y\vec{u}_x + x\vec{u}_y\right)$, $C = \text{constante}$

التمرين9.2

أوجد تدفق الحقل الكهربائي، الشحنة الداخلية الكلية و كثافة الشحنة لمكعب ضلعه a (الشكل أسفله) و الموضوع في منطقة حيث الحقل الكهربائي هو من الشكل:

1/ $\vec{E} = Cx\vec{u}_x$

2/ $\vec{E} = C\left(y\vec{u}_x + x\vec{u}_y\right)$ ، $C=$ ثابت



Exercice 2.10

1/ Trouver les capacités et les coefficients d'influence de l'ensemble de deux conducteurs sphériques $S_1\left(O_1, R_1\right)$ et $S_2\left(O_2, R_2\right)$ éloignés l'un de l'autre par la distance d $\left(d \succ\succ R_1, R_2\right)$.

2/ discuter les deux cas :

التمرين 10.2

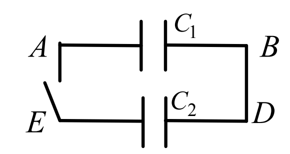
1/ أوجد السعات و عوامل التأثير لجملة ناقلين كرويين متباعدين $S_1\left(O_1, R_1\right)$ و $S_2\left(O_2, R_2\right)$، تفصلهما المسافة d $\left(d \succ\succ R_1, R_2\right)$.

2/ ناقش الحالتين:

a) si $d \to \infty$, b) si $d = R_1 = R_2$.	أ) لو كانت $d \to \infty$ ب) لو كانت $d = R_1 = R_2$

Exercice 2.11 Un condensateur de capacité $C = 100\mu F$ est chargé sous une tension $U = 20V$. On le relie à un condensateur de même capacité C , mais initialement déchargé. 1/ Calculer la tension qui apparaît aux bornes de l'ensemble. 2/ Faire le bilan énergétique avant et après connexion. Commenter ?	**التمرين11.2** تشحن مكثفة ذات سعة $C = 100\mu F$ تحت توتر $U = 20V$. نربط هذه المكثفة إلى مكثفة أخرى لها نفس السعة C و لكنها غير مشحونة في البداية. 1/ أحسب التوتر الذي يظهر بين طرفي الجملة. 2/ قم بالحوصلة الطاقوية قبل و بعد الربط. ما هو تعليقك؟

Exercice 2.12 Un condensateur de capacité $C_1 = 3,3\mu F$ a été chargé sous une tension de $24V$; l'armature A porte une charge positive Q_A . 1/ Calculer l'énergie emmagasinée dans ce condensateur. 2/ Les bornes A et B sont reliées aux bornes E et D d'un condensateur complètement déchargé, de capacité $C_2 = 2,2\mu F$ (voir figure ci-dessous). Il apparaît un courant transitoire très bref, puis un équilibre électrique s'établit. La tension U_{AB} est alors égale à la tension U_{ED} ; l'armature A porte une charge Q'_A et l'armature E la charge Q'_E . a) Ecrire une relation entre Q_A , Q'_A et Q'_E . b) Ecrire une seconde relation entre Q'_A , Q'_E , C_1 et C_2 . c) En déduire numériquement Q'_A et Q'_E . 3/ Après la connexion, calculer l'énergie emmagasinée dans les deux condensateurs. Au cours de cette opération, l'énergie a-t-elle été conservée ? Sous quelle forme une partie de l'énergie électrique s'est-elle transformée dans les fils de jonction ? et en quelle quantité ?	**التمرين12.2** شحنت مكثفة سعتها $C_1 = 3,3\mu F$ تحت توتر $24V$ ؛ اللبوس A يحمل الشحنة الموجبة Q_A . 1/ أحسب الشحنة المخزنة في المكثفة. 2/ الطرفان A و B موصلان بالطرفين E و D لمكثفة فارغة تماما، سعتها $C_2 = 2,2\mu F$ (أنظر الشكل أسفله). يظهر تيار مؤقت و جد سريع، ثم يسود توازن كهربائي مستقر. التوتر U_{AB} يساوي حينها التوتر U_{ED} ؛ اللبوس A يحمل الشحنة Q'_A و اللبوس E يحمل الشحنة Q'_E . ب) أكتب علاقة بين Q_A ، Q'_A و Q'_E . ت) أكتب علاقة ثانية بين Q'_A ، Q'_E ، C_1 و C_2 . ج) إستنتج عدديا Q'_A و Q'_E . 3/ بعد التوصيل، أحسب الطاقة المخزنة في المكثفتين. خلال هذه العملية، هل الطاقة حفظت؟ إلى أي شكل تحول جزء من الطاقة الكهربائية في أسلاك التوصيل؟ و بأي كم؟



Exercice 2.13 On considère un condensateur plan formé de deux armatures conductrices identiques parallèles, espacées d'une distance d . Chaque armature est une plaque rectangulaire de surface S . On suppose que les deux	**التمرين 13.2** نعتبر مكثفة مستوية مكونة من لبوسين ناقلين متماثلين متوازيين و متباعدين بمسافة d . كل لبوس عبارة عن صفيحة مستطيلة ذات سطح S . نفترض أن اللبوسين في

armatures sont en influence totale et on néglige les effets de bord.

1/ Dans ce cas précis, que signifie l'expression "armatures en influence totale" ? Que peut-on dire de la répartition de la charge dans chaque armature ? Soit σ la densité de charge sur la surface plane d'équation $y=0$; quelle est la densité de charge sur la surface plane d'équation $y=d$?

2/ Calculer l'expression du champ électrique au voisinage de chacune des armatures.

3/ Montrer que le champ électrique est uniforme entre les armatures et relier cette valeur à la différence de potentiel $V(0)-V(d)$ entre les armatures. En déduire l'expression de la capacité C du condensateur.

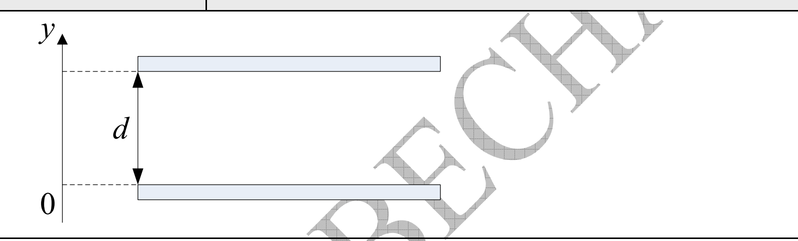
تأثير كلي و نهمل آثار الطرف.

1/ في هذه الحالة بالضبط، ماذا تعني عبارة " لبوسان في تأثير كلي"؟ ماذا يمكن قوله عن توزيع الشحنة على كل لبوس؟ لتكن σ كثافة الشحنة على السطح المستوي ذي المعادلة $y=0$ ؛ ما هي كثافة الشحنة على السطح المستوي ذي المعادلة $y=d$ ؟

2/ أحسب عبارة الحقل الكهربائي بجوار كل لبوس.

3/ بيّن أن الحقل الكهربائي منتظم بين اللبوسين، إربط هذه القيمة بفرق الكمون بين اللبوسين $V(0)-V(d)$.

إستنتج عبارة السعة C للمكثفة.



Exercice 2.14

Un générateur de tension continue et trois condensateurs sont assemblés comme indiqué sur la figure ci-dessous :

$U=3V$, $C_1=30\mu F$

$C_2=10\mu F$, $C_3=5\mu F$

Quelles sont les charges Q_1 , Q_2 , Q_3 que portent les trois condensateurs ?

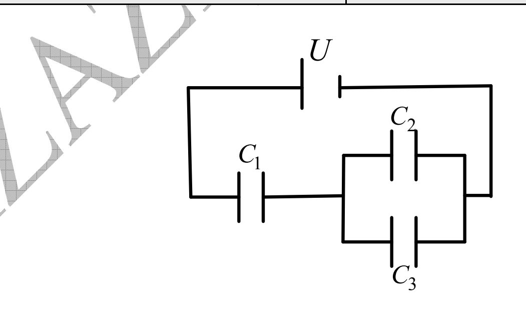
التمرين 14.2

يجمع مولد لتوتر مستمر و ثلاث مكثفات كما هو مبين على الشكل أسفله:

$U=3V$, $C_1=30\mu F$

$C_2=10\mu F$, $C_3=5\mu F$

ما هي الشحنات Q_1 , Q_2 , Q_3 التي تحملها المكثفات الثلاثة؟



Exercice 2.15

Un condensateur sphérique est constitué :

• D'une sphère interne conductrice pleine portant la charge Q,

• D'une couronne sphérique conductrice de rayon intérieur R_i et de rayon extérieur R_e, (figure ci-dessous),

1. En appliquant le théorème de Gauss à une surface fermée sphérique de rayon compris entre R_i et R_e, calculer la charge portée par la paroi interne de la couronne conductrice.

2. Calculer le champ entre les deux armatures.

التمرين 15.2

تتكون أسطوانة كروية من:

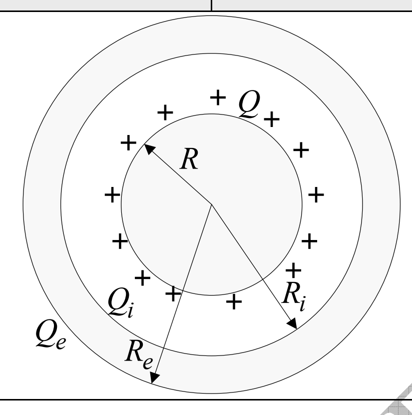
. كرة داخلية مصمتة تحمل الشحنة Q ،

. إكليل كروي ناقل نصف قطره الداخلي R_i و نصف قطر خارجي R_e ،(الشكل في الأسفل)،

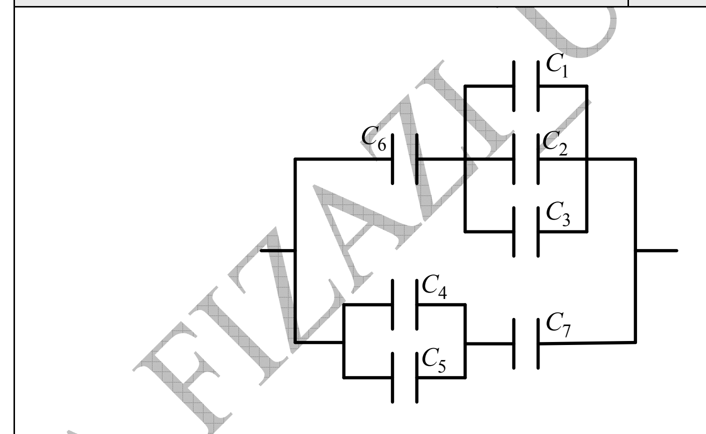
1/ بتطبيق نظرية غوص على سطح كروي مغلق نصف قطره محصور بين R_i و R_e ، أحسب الشحنة التي يحملها الجدار الداخلي للإكليل الناقل.

2/ أحسب الحقل بين اللبوسين.

3. Que devient ce champ si on place entre les deux armatures du condensateur un matériau de permittivité relative ε ? 4. En déduire le potentiel entre les deux armatures. 5. Calculer la capacité de ce condensateur. 6. Retrouver l'expression de la capacité d'un condensateur plan en considérant R_i très voisin de R : $R_i = R + d$.	3/ كيف يصبح هذا الحقل لو وضعنا بين لبوسي المكثفة مادة سماحيتها النسبية ε ؟ 4/ إستنتج الكمون بين اللبوسين. 5/ أحسب سعة المكثفة. 6/ أوجد من جديد عبارة سعة مكثفة مستوية باعتبار R_i قريب جدا من R : $R_i = R + d$.



Exercice 2.16 1/Déterminer la capacité de l'ensemble des condensateurs représenté sur la figure ci-dessous. 2/ Si la tension appliquée est de $120V$, trouver la charge et la différence de potentiel pour chaque condensateur ainsi que l'énergie de l'ensemble.	**التمرين16.2** 1/ عين سعة مجموع المكثفات الممثلة على الشكل أسفله. 2/ إذا كان التوتر المطبق هو $120V$ ، أحسب الشحنة و فرق الكمون بين طرفي كل مكثفة و كذا الطاقة المخزنة من قبل كل المجموعة.



$C_1 = 1\mu F$, $C_2 = 2\mu F$
$C_3 = 3\mu F$, $C_4 = 4\mu F$
$C_5 = 5\mu F$, $C_6 = 12\mu F$
$C_7 = 18\mu F$

Exercice 2.17

La capacité d'un condensateur variable d'un récepteur radio peut varier de $50pF$ à $950pF$ par rotation d'un bouton de $0°$ à $180°$. Le cadran marquant $180°$, le condensateur est relié à une batterie de $400V$. Après qu'il a été chargé, le condensateur est déconnecté de la batterie et le bouton ramené à $0°$.

1/ Quelle est la charge du condensateur ?

2/ Quelle est la différence de potentiel entre les armatures quand le cadran marque $0°$?

3/ Quelle est l'énergie du condensateur dans cette position ?

4/ En négligeant tout frottement, calculer le travail nécessaire pour tourner le bouton.

التمرين 17.2

يمكن لسعة مكثفة متغيرة لجهاز استقبال راديو أن تتغير من $50pF$ إلى $950pF$ بتدوير زر من $0°$ إلى $180°$. حين يسجل الميناً $180°$، تكون المكثفة مربوطة إلى بطارية ذي $400V$. بعد شحنها، نقطع التوصيل بين المكثفة و البطارية و نضبط الزّر في الوضع $0°$.

1/ ما هي شحنة المكثفة؟

2/ ما هو فرق الكمون بين اللبوسين حين يشير الميناً إلى $0°$.

3/ ما هي طاقة المكثفة في هذا الوضع؟

4/ بإهمال كل احتكاك، أحسب العمل اللازم لتدوير الزّر.

Exercice 2.18

On monte deux résistances : $R_1 = 8,8\Omega$ et $R_2 = 4,4\Omega$ et deux condensateurs : $C_1 = 0,48\mu F$ et $C_2 = 0,24\mu F$ non chargés de la manière illustrée dans la figure ci-dessous.

Sachant qu'il y a une différence de potentiel de $24V$ aux bornes de ce réseau, déterminer :

1/ le potentiel au point F lorsque l'interrupteur K est ouvert depuis un temps assez long (poser $V = 0$ à la borne négative de la source),

2/ le potentiel au point G lorsque l'interrupteur est ouvert,

3/ le potentiel final au même point G lorsque l'interrupteur K est fermé depuis un temps assez long,

4/ la quantité de charge qui a traversé l'interrupteur K fermé.

التمرين 18.2

نركب مقاومتين: $R_1 = 8,8\Omega$ و $R_2 = 4,4\Omega$، و مكثفتين: $C_1 = 0,48\mu F$ و $C_2 = 0,24\mu F$ كما هو مبين على الشكل أسفله.

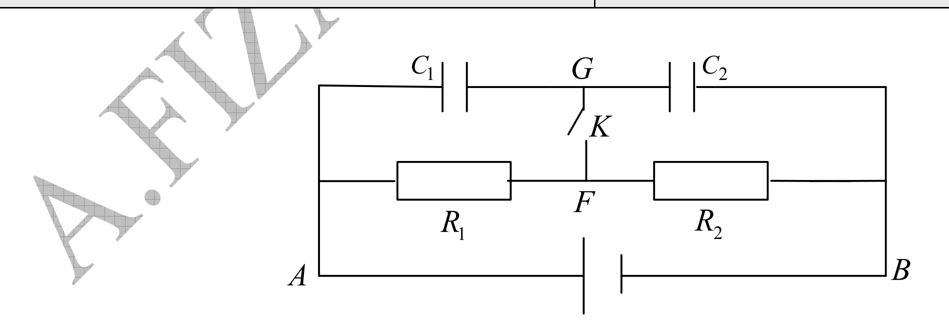
إذا علمت أن فرقا في الكمون مقداره $24V$ يسود بين طرفي هذا التركيب، عيّن:

1/ الكمون في النقطة F حين نكون القاطعة مفتوحة منذ زمن طويل(ضع $V = 0$ في الطرف السالب للمنبع)،

2/ الكمون في النقطة G حين تكون القاطعة مفتوحة،

3/ الكمون في النقطة G حين تكون القاطعة مغلقة منذ زمن طويل،

4/ كمية الشحنة التي عبرت القاطعة K المغلقة.



Exercice 2.19

1/ Calculez la quantité d'énergie emmagasinée dans un condensateur constitué de deux plaques carrées de $9cm$ de côté, séparées par un espace d'air de $2mm$, lorsque ses armatures portent une charge de $\pm 300\mu C$.

2/ Que devient cette énergie si on introduit une plaque en mica (de permittivité relative $\kappa = 7$) de

التمرين 19.2

1/ أحسب كمية الطاقة المخزنة في مكثفة مكونة من صفيحتين مربعتين ضلع كل واحدة $9cm$ ، يفصل بينهما حيّز من الهواء سمكه $2mm$،حينما يحمل لبوسيها شحنة $\pm 300\mu C$.

2/ كيف تصبح هذه الطاقة لو أدخلنا صفيحة من الميكا

$2mm$ d'épaisseur qui remplit donc tout l'espace entre les armatures ? c) Même question que 2/ pour le cas où la plaque de mica ne fait que $1mm$ d'épaisseur.	(نفاذيته النسبية $\kappa = 7$) و سمكه $2mm$ و الذي يملأ إذن كل الفراغ بين اللبوسين؟ 3/ نفس سؤال 2/ في حالة ما إذا كان سمك صفيحة الميكا لا يساوي إلا $1mm$.

Exercice 2.20

On considère le montage comme indiqué sur la figure ci-dessous. Tous les interrupteurs sont ouverts et les condensateurs déchargés.

I. On ferme l'interrupteur K_1 :

1/ Quelle est la charge finale portée par chaque condensateur ?
2/ Quelle est la différence de potentiel finale entre les armatures de chaque condensateur ?

II On laisse l'interrupteur K_1 fermé, puis on ferme les interrupteurs K_2 et K_3 :

1/ Quelle est la charge finale portée par chaque condensateur ?
2/ Quelle est la différence de potentiel finale entre les armatures de chaque condensateur ?

III. On ouvre les interrupteurs K_2 et K_3 puis on ferme les interrupteurs K_1 et K_4, quelle est la charge finale portée par chaque condensateur ?

VI. On laisse les interrupteurs K_1 et K_4 fermés, puis on ferme aussi les interrupteurs K_2 et K_3 :

1/ Quelle est la différence de potentiel finale entre les armatures de chacun des deux condensateurs C_1 et C_2 ?
2/ Quelles sont les charges finales des deux condensateurs C_1 et C_2 ?

Application numérique :

$$R_1 = R_2 = 100\Omega \ , \ E = 6V$$
$$C_2 = 2\mu F \ , \ C_1 = 1\mu F$$

التمرين 20.2

نعتبر الدارة المبينة على الشكل أسفله. كل القواطع مفتوحة و المكثفات غير مشحونة.

I. نغلق القاطعة K_1 :

1/ كم هي الشحنة النهائية التي تحملها كل مكثفة؟
2/ كم هو فرق الكمون النهائي بين لبوسي كل مكثفة؟

II. نترك القاطعة K_1 مغلقة، ثم نغلق القاطعتين K_2 و K_3 :

1/ كم هي الشحنة النهائية التي تحملها كل مكثفة؟
2/ كم هو فرق الكمون النهائي بين لبوسي كل مكثفة؟

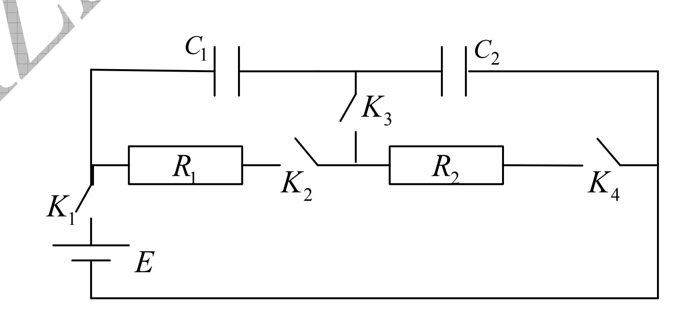
III. نفتح القاطعتين K_1 و K_3 و نغلق القاطعتين K_2 و K_4 :
كم هي الشحنة النهائية التي تحملها كل مكثفة؟

IV. نترك K_2 و K_4 مغلقتين، ثم نغلق K_1 و K_3 أيضا:

1/ كم هو فرق الكمون بين لبوسي كل من المكثفتين C_1 و C_2 ؟
2/ كم هما الشحنتان النهائيتان للمكثفتين C_1 و C_2 ؟

تطبيق عددي:

$$R_1 = R_2 = 100\Omega \ , \ E = 6V$$
$$C_2 = 2\mu F \ , \ C_1 = 1\mu F$$



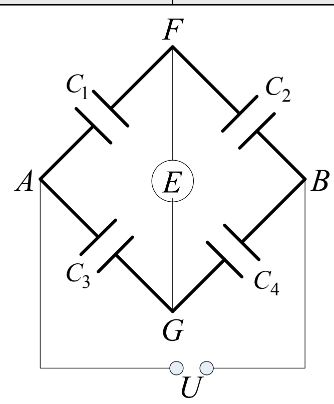
Exercice 2.21

Quatre condensateurs sont groupés comme indiqué sur la figure ci-dessous. On applique une différence de potentiel U entre les points A et B et l'on branche un électromètre E entre les points F et G pour déterminer leur différence de potentiel. Montrer que

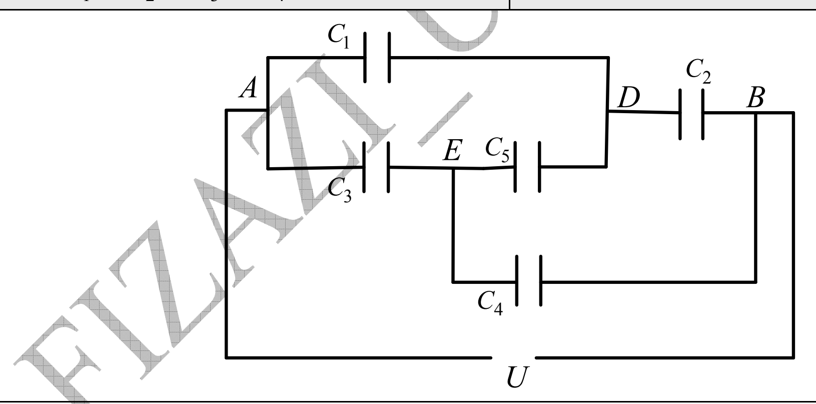
التمرين 21.2

تربط أربع مكثفات كما هو مبين على الشكل في الأسفل. نطبق فرقا في الكمون U بين النقطتين A و B ، كما نربط إلكترومترا E بين النقطتين F و G من أجل تحديد التوتر بينهما. بيّن أن الإلكترومتر يشير

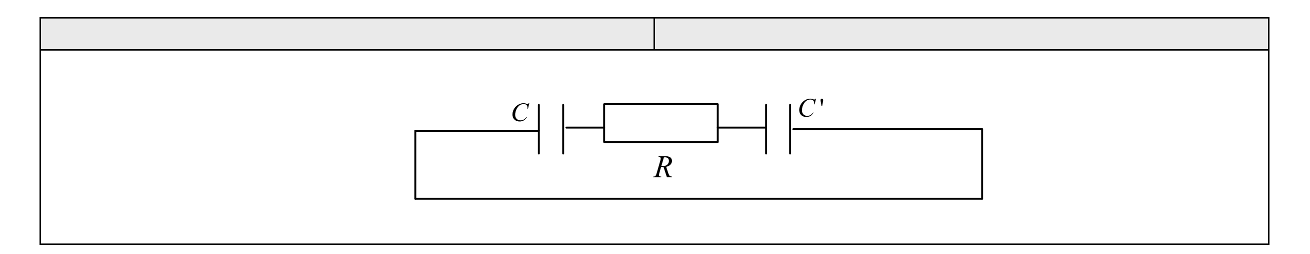
l'électromètre indique zéro si $\frac{C_1}{C_2}=\frac{C_3}{C_4}$. Ce dispositif représente un pont utilisable pour la mesure de la capacité d'un condensateur en fonction d'un condensateur étalon et du rapport de deux capacités.	إلى الصفر إذا كانت $\frac{C_1}{C_2}=\frac{C_3}{C_4}$. هذا التركيب يمثل جسرا يستعمل لحساب سعة مكثفة بدلالة مكثفة معيارية و نسبة سعتين.



Exercice 2.22 Soit le montage de condensateurs comme indiqué sur la figure ci-dessous. 1/ Redessiner le schéma de ce montage en faisant apparaître la symétrie par rapport à la branche ED. 2/ Si $U=100V$ et $U_{CD}=0$, calculer la capacité du condensateur équivalent, la charge de chaque condensateur ainsi que la différence de potentiel entre les armatures de chaque condensateur. On donne $C_1=C_2=C_3=C_4=1\mu F$	**التمرين22.2** ليكن تركيب المكثفات كما هو مبين على الشكل أسفله. 1/ أعد رسم هذا التركيب بحيث تظهر التناظر حول الفرع ED. 2/ إذا كان $U=100V$ و $U_{CD}=0$ ، أحسب سعة المكثفة المكافئة، شحنة كل مكثفة و كذا فرق الكمون بين لبوسي كل مكثفة. تعطى: $C_1=C_2=C_3=C_4=1\mu F$



Exercice 2.23 Un condensateur de capacité C, initialement chargé sous une tension U_0 est rapidement connecté à un autre condensateur de capacité C', initialement déchargé, par l'intermédiaire d'un circuit électrique de résistance R. La décharge de C et la charge de C', en série, se fait avec la constante de temps $\tau = RC_{éq} = R\frac{CC'}{C+C'}$. On demande d'établir le bilan des énergies libres du système, de calculer l'énergie perdue et de comparer cette énergie à celle consommée par effet Joule dans R.	**التمرين 23.2** مكثفة سعتها C ، مشحونة في البداية تحت توتر U_0 توصل بسرعة بمكثفة أخرى سعتها C'، فارغة في البداية، بواسطة دارة كهربائية ذات مقاومة R . تفريغ C و شحن C' ، على التسلسل، تتمّ بثابت الزمن $\tau = RC_{éq} = R\frac{CC'}{C+C'}$. المطلوب هو وضع حوصلة للطاقات الحرة للجملة، حساب الطاقة الضائعة و مقارنة هذه الطاقة بتلك المستهلكة بفعل جول في R.



Exercice 2.24

On étudie la décharge d'un condensateur, en envisageant le circuit de la figure ci-dessous, constitué d'un conducteur ohmique de résistance R et d'un condensateur de capacité C chargé.

1/ Quel est le signe de i ? Établir la relation liant l'intensité i du courant à la tension u_C.

2/ Etablir l'équation différentielle régissant l'évolution de u_C.

3/ Une solution de l'équation différentielle peut s'écrire $u_C = A\exp(-at)$ où A et a sont deux constantes positives non nulles.

a) En utilisant l'équation différentielle, déterminer A et a.
b) Donner l'expression littérale de la constante de temps τ.
c) Montrer par analyse dimensionnelle que τ a la même unité qu'une durée.
d) Sachant que $R = 33\Omega$, et $\tau = 0,07s$, en déduire la valeur de la capacité C du condensateur.

4/ En utilisant les résultats précédents :

a) montrer que $\mathrm{i} = -\frac{\mathrm{U_0}}{\mathrm{R}}\exp\left(-\frac{\mathrm{t}}{\mathrm{RC}}\right)$.
b) Déterminer la valeur I_0 de i à $t = 0$.
c) Calculer la valeur de i pour $t = 0,5s$.
d) Déterminer la valeur de u_C à la même date.
e) Le condensateur est-il déchargé ? Justifier la réponse.

5/ On remplace ce condensateur par un autre condensateur de capacité C' supérieure à C. Ce condensateur est chargé sous la même tension U_0. L'énergie emmagasinée dans ce condensateur est-elle supérieure à la précédente ?

التمرين 24.2

ندرس تفريغ مكثفة، باعتبار الدارة المبينة على الشكل أسفله، و المتكونة من ناقل أومي مقاومته R و مكثفة مشحونة سعتها C .

1/ / ما هي إشارة i ؟ ضع العلاقة التي تربط الشدة i للتيار بالتوتر u_C .

2/ ضع المعادلة التفاضلية المسيرة لتطور u_C .

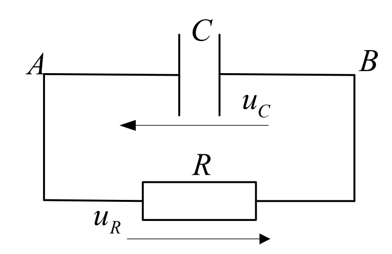
3/ إحدى حلول المعادلة التفاضلية يمكن أن تكتب $u_C = A\exp(-at)$ حيث A و a ثابتين موجبين و غير معدومين.

أ) باستعمال المعادلة التفاضلية، حدّد A و a.
ب) إعط العبارة الحرفية لثابت الزمن τ.
ج) بيّن بالتحليل البعدي أن τ لها نفس وحدة مدة زمنية.
د) علما أن $R = 33\Omega$ ، و $\tau = 0,07s$ ، استنتج قيمة السعة C للمكثفة.

4/ باستعمال النتائج السابقة:

أ) بيّن أن $\mathrm{i} = -\frac{\mathrm{U_0}}{\mathrm{R}}\exp\left(-\frac{\mathrm{t}}{\mathrm{RC}}\right)$.
ب) حدّد القيمة I_0 لـــ i في $t = 0$.
ج) أحسب قيمة i من أجل $t = 0,5s$.
د) أحسب قيمة u_C في نفس اللحظة.
ه) هل المكثفة أفرغت؟ برر إجابتك.

5/ نستبدل هذه المكثفة بمكثفة أخرى سعتها C' أكبر من C. هذه المكثفة مشحونة تحت توتر U_0 . هل الطاقة المخزنة في هذا المكثفة أكبر من السابقة؟



Exercice 2.25

On étudie le champ électrostatique et le potentiel créés par deux conducteurs sphériques concentriques chargés, en équilibre électrostatique.

Le conducteur central (C) est une boule de centre O et de rayon R ; il porte une charge négative $-Q$.

Le conducteur externe (C') est une boule creuse, de centre O et porte une charge positive égale à $2Q$; le rayon de sa surface interne est égal à $2R$, celui de sa surface externe est égal à $3R$.

Il n'y a pas d'autres charges, ni à l'intérieur de l'espace vide entre les deux conducteurs, ni à l'extérieur des deux conducteurs. Chacun des deux conducteurs est isolé. Le potentiel est nul à l'infini.

On note $\vec{E}(M)$ le champ électrostatique et $V(M)$ le potentiel en un point M quelconque de l'espace, repéré par ses coordonnées sphériques $M(r,\theta,\varphi)$, où $\overrightarrow{OM} = r\vec{u}$.

1/ Pourquoi peut-on affirmer que la densité volumique de charge est nulle dans les conducteurs ? Où trouve-t-on les charges?

2/ Pourquoi peut-on écrire $\vec{E}(M) = E(r)\vec{u}$ et $V(M) = V(r)$?

3/ Démontrer que la charge $2Q$ du conducteur externe (C') se répartit également sur ses deux surfaces.

4/ Calculer $E(r)$ et tracer le graphe correspondant. Cette fonction est-elle continue? Commenter.

5/ Calculer $div\vec{E}(M) = \frac{1}{r^2}\frac{d^2\left(r^2E(r)\right)}{dr}$ dans les différentes régions de l'espace. Pouvait-on prévoir ces résultats?

6/ Déterminer le potentiel $V(r)$ et tracer le graphe correspondant.

7/ En déduire le potentiel de chacun des deux conducteurs et la capacité du condensateur sphérique formé du conducteur (C) et de la surface interne du conducteur (C').

8/ Faire une figure donnant l'allure de quelques lignes de champ (à l'intérieur du condensateur et à l'extérieur). Les orienter.

9/ Donner l'énergie emmagasinée dans ce condensateur.

التمرين25.2

ندرس الحقل الكهروساكن و الكمون الناتجين عن ناقلين كرويين متمركزين و مشحونين و هما في حالة توازن كهروساكن.

الناقل المركزي (C) هو كرة مصمتة مركزها O و نصف قطرها R ؛ تحمل الشحنة السالبة $-Q$.

الناقل الخارجي هو كرة مجوفة، مركزها O و تحمل الشحنة الموجبة المساوية لــ $2Q$ ؛ نصف قطر سطحه الداخلي يساوي $2R$، و نصف قطره الخارجي يساوي $3R$.

لا وجود لشحنات أخرى، لا داخل الحيّز الفارغ بين الناقلين، و لا خارج الناقلين. كل من الناقلين معزول. الكمون معدوم في ما لا نهاية.

نرمز بــ$\vec{E}(M)$ للحقل الكهروساكن و بــ$V(M)$ للكمون في نقطة M مهما كانت في الفضاء، و المعيّنة بإحداثياتها الكروية $M(r,\theta,\varphi)$ ، حيث $\overrightarrow{OM} = r\vec{u}$.

1/ لماذا يمكن الجزم بان الكثافة الحجمية للشحنة معدومة داخل الناقلين؟ أين نجد الشحنات؟

2/ لماذا يمكن كتابة $\vec{E}(M) = E(r)\vec{u}$ و $V(M) = V(r)$؟

3/ برهن أن الشحنة $2Q$ للناقل الخارجي (C') موزعة بانتظام على السطحين.

4/ أحسب $E(r)$ و ارسم البيان المناسب. هل هذه الدالة مستمرة؟ ناقش.

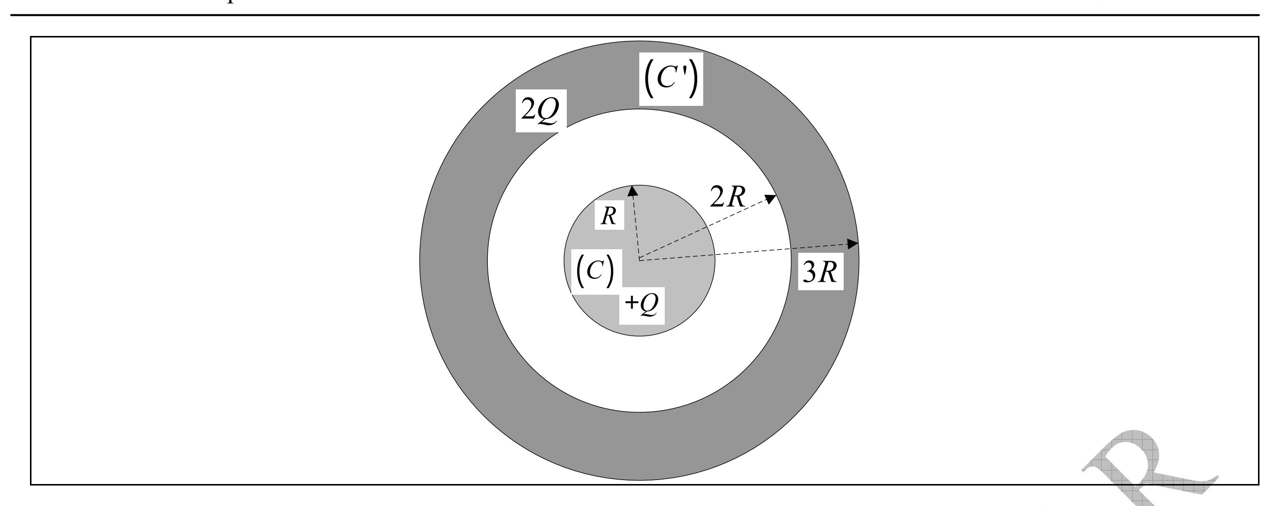
5/ أحسب $div\vec{E}(M) = \frac{1}{r^2}\frac{d^2\left(r^2E(r)\right)}{dr}$ في مختلف مناطق الفضاء. هل كان بالإمكان التنبؤ بهذه النتائج؟

6/ عيّن الكمون $V(r)$ و ارسم البيان المناسب.

7/ إستنتج كمون كل من الناقلين و سعة المكثفة الكروية المكونة من الناقل (C) و السطح الداخلي للناقل (C').

8/ أرسم شكلا تبين فيه بعض خطوط الحقل(داخل و خارج المكثفة). بين اتجاهها.

9/ إعط الطاقة المخزنة في المكثفة.



Exercice 2.26

Un condensateur plan est constitué de deux plaques métalliques rectangulaires A et B (figure-a- ci-dessous) de longueur L et de largeur x , séparées par une couche d'air d'épaisseur $2d$.

1/ Calculer la capacité du condensateur.

2/ Calculer la charge du condensateur lorsqu'il est mis sous une tension U .

3/ On introduit entre les deux armatures du condensateur une plaque métallique (figure-b- ci-dessous) d'épaisseur $d/2$ et initialement neutre.

Calculer les charges réparties sur les faces et les représenter sur les faces.

On donne :

$$L = 12cm;\ x = 10cm;\ 2d = 4cm;$$
$$U = 400V;\ \varepsilon_0 = 8.85.10^{-12}$$

التمرين26.2

تتكون مكثفة مستوية من صفيحتين معدنيتين مستطيلتين A و B (الشكل أسفله–a–) طول كل منهما L و عرض كل منهما x، تفصل بينهما طبقة من الهواء سمكها $2d$.

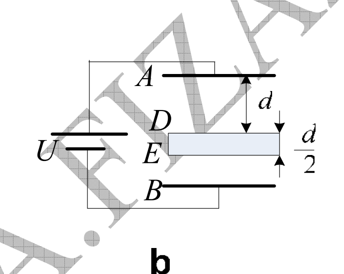
1/ أحسب سعة المكثفة.

2/ أحسب شحنة المكثفة حينما تربط بين طرفي فرق في الكمون U.

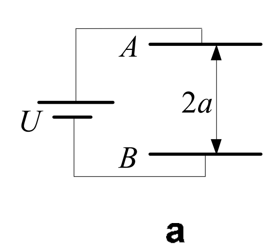
3/ ندخل بين لبوسي المكثفة صفيحة معدنية (الشكل أسفله–b–) ذات سمك $d/2$ و معتدلة في البداية. أحسب الشحنات Q_E, Q_D, Q_B, Q_A الموزّعة على الأوجه و مثّلها على الأوجه.

تعطى:

$$L = 12cm;\ x = 10cm;\ 2d = 4cm;$$
$$U = 400V;\ \varepsilon_0 = 8.85.10^{-12}$$



b



a